

Planung und Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes für den Außenschutz

DIN
30 676

Design and application of cathodic protection of external surfaces.

Diese Norm wurde vom DIN Deutsches Institut für Normung e.V. in Zusammenarbeit mit dem DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. erarbeitet.

Sie wurde in das DVGW-Regelwerk GAS und WASSER aufgenommen.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich	2	5.3.3 Elektrische Überbrückungen	8
2 Begriffe	2	5.3.4 Mantelrohre	8
3 Prinzip und Kriterien		5.3.5 Wanddurchführungen, Festpunkte u. a.	8
für den kathodischen Korrosionsschutz	5	5.3.6 Leitungsführung an Brückenkonstruktionen ..	8
3.1 Potentialbereiche für den kathodischen		5.3.7 Elektrisch betriebene Armaturen	8
Korrosionsschutz und Schutzpotential	5	5.3.8 Blitzschutzeinrichtungen	8
3.2 Voraussetzung für die Anwendung		5.3.9 Standortwahl	8
des Potentialkriteriums	6	5.3.10 Prüfung auf Streustrombeeinflussung	9
4 Meßverfahren		5.3.11 Ermittlung des Schutzstrombedarfes	9
für den kathodischen Korrosionsschutz	6	5.4 Anforderungen	
4.1 Messung des Objektpotentials	6	an kathodische Korrosionsschutzanlagen	9
4.2 Messung von Rohrströmen	7	5.4.1 Fremdstromschutzanlagen	9
4.3 Prüfung der Wirksamkeit		5.4.1.1 Schutzgehäuse	9
von elektrischen Trennungen	7	5.4.1.2 Schutzstromgeräte	9
4.4 Messung der Hochspannungsbeeinflussung	7	5.4.1.3 Fremdstromanoden	9
5 Voraussetzungen und Planung		5.4.2 Galvanische Anoden	10
des kathodischen Korrosionsschutzes	7	5.4.3 Gleichstromkabel	10
5.1 Voraussetzungen für die Anwendung		6 Praktische Anwendung des Potentialkriteriums	
des kathodischen Korrosionsschutzes	7	beim Einstellen und Nachmessen	
5.2 Erforderliche Planungsunterlagen	7	des kathodischen Korrosionsschutzes	10
5.3 Konstruktive Maßnahmen		Zitierte Normen und andere Unterlagen	11
an kathodisch zu schützenden Anlagen	8	Weitere Normen und andere Unterlagen	11
5.3.1 Isolierstücke	8	Erläuterungen	12
5.3.2 Meßstellen und Meßpunkte	8	Stichwortverzeichnis	13

Fortsetzung Seite 2 bis 14

Normenausschuß Gastechnik (NAGas) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Materialprüfung (NMP) im DIN
Normenausschuß Wasserwesen (NAW) im DIN

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin, gestattet.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Planung und Anwendung des äußeren kathodischen Korrosionsschutzes für erdverlegte Anlagen, wie Rohrleitungen, Kabel mit erdfühler Metallbewehrung bzw. -mantel und Lagerbehälter sowie für Objekte, die in Süß- und Salzwasser verlegt sind. Für die nachfolgenden Anwendungsfälle

- Anlagen der Erdöl- und Erdgasgewinnung und der Mineralölindustrie
- Anlagen der chemischen Industrie
- Anlagen der öffentlichen Gas-, Wasser- und Stromversorgung
- Schiffe und andere schwimmende Objekte
- Seebauwerke und seeverlegte Rohrleitungen
- Hafenbau

können vorrangig behördliche Auflagen und technische Regeln gelten, die in den weiteren Normen und Unterlagen aufgeführt sind.

2 Begriffe

In der vorliegenden Norm werden Begriffe von DIN 50900 Teil 1 und Teil 2 benutzt.

Darüber hinaus werden in dieser Norm weitere Begriffe verwendet; die mit (*) gekennzeichneten Begriffe haben eine gegenüber den Begriffsbestimmungen in DIN 50900 Teil 1 und Teil 2 und DIN 50927 eingeschränkte Fassung, die dem Anwendungsbereich dieser Norm angepaßt ist.

2.1 Anode *)

Anode ist eine Elektrode in einer Elektrolytlösung (Erdboden), über die der Schutzstrom in die Elektrolytlösung eingeleitet wird. Es werden galvanische Anoden und Fremdstromanoden unterschieden.

2.2 Anodenspannung

Anodenspannung ist beim kathodischen Korrosionsschutz die Spannung zwischen Anode und einer Bezugselektrode im Bereich der Bezugserde.

2.3 Ansprechstoßspannung

Die Ansprechstoßspannung einer Trennfunkstrecke ist die Stoßspannung 1,2/50 nach DIN VDE 0675, bei der die Trennfunkstrecke zündet.

2.4 Ausbreitungswiderstand *)

Der Ausbreitungswiderstand ist der Widerstand zwischen dem Schutzobjekt oder den Anoden und der Bezugserde.

Anmerkung: In der Praxis kann er mittels Sonde und Hilferder oder gegen niederohmige ferne Erder gemessen werden. Bei Rohrleitungen ist die Messung des Ausbreitungswiderstandes in fast allen Fällen nicht möglich. Näherungsweise kann dann der Ausbreitungswiderstand gleich dem Umhüllungswiderstand gesetzt werden.

2.5 Außenkorrosion

Außenkorrosion ist die an der äußeren, von dem Korrosionsmedium berührten, Oberfläche von Objekten auftretende Korrosion.

2.6 Ausgleichsstrom *)

Ausgleichsstrom ist der Gleichstrom, der zwischen zwei Objekten oder zwischen verschiedenen Bereichen eines Schutzobjektes im Elektrolyten (Erdboden) nach Ausschalten des Schutzstromes fließt. Er entsteht durch Potentialunterschiede nach vorausgegangener Polarisierung.

2.7 Ausschaltpotential *)

Ausschaltpotential ist das Schutzobjektpotential, das unmittelbar nach dem Ausschalten des kathodischen Schutzstromes gemessen wird.

2.8 Beeinflussung *)

Beeinflussung im Sinne dieser Norm ist die Potentialänderung eines Objektes durch Gleichstrom (Streustrom z. B. aus Gleichstrombahnen oder fremden kathodischen Korrosionsschutzanlagen).

2.9 Berührungsspannung

Berührungsspannung ist nach DIN VDE 0100 Teil 200 der Teil der Fehler – oder Erderspannung, der vom Menschen (oder vom Tier) überbrückt werden kann.

2.10 Bettungsmasse

Bettungsmasse ist ein Material, welches z. B. zur Verringerung des Ausbreitungswiderstandes zur Einlagerung von Anoden im Erdboden verwendet wird. Die Bettungsmasse einer galvanischen Anode besteht vorwiegend aus Bentonit, Kalziumsulfat und Natriumsulfat, die Bettungsmasse einer Fremdstromanode im allgemeinen aus Koks.

2.11 Bezugselektrode *)

Bezugselektrode ist eine Meßelektrode zum Bestimmen des Potentials eines Metalles in einer Elektrolytlösung (Erdboden).

Anmerkung: Beim Messen von Wechsellspannungen genügt ein Metallstab, beim Messen von Gleichspannungen ist eine unpolisierbare Elektrode erforderlich, deren Spannung gegenüber der Standard-Wasserstoffelektrode einen bekannten konstanten Wert hat. Die Spannungen von gebräuchlichen Bezugselektroden gegenüber der Standard-Wasserstoffelektrode sind in DIN 50927 angegeben.

2.12 Bezugserde

Bezugserde ist der Teil der Erdoberfläche, insbesondere außerhalb des Einflußbereiches eines Erders bzw. einer Erdungsanlage, in welchen zwischen zwei beliebigen Punkten keine merklichen, vom Erdungsstrom herrührenden, Spannungen auftreten.

2.13 Bodenwiderstand

Siehe spezifischer Bodenwiderstand.

2.14 Bodenwiderstand-Meßzelle

Bodenwiderstand-Meßzelle ist ein kastenförmiger Behälter aus Isoliermaterial mit Metallelektroden zum Ermitteln des spezifischen elektrischen Widerstandes einer Bodenprobe.

2.15 Einschaltpotential *)

Einschaltpotential ist das Schutzobjektpotential, gemessen bei fließendem Schutzstrom.

2.16 Einspeiseversuch

Einspeiseversuch ist die Einspeisung eines Gleichstromes in eine Elektrolytlösung (Erdboden) zur Ermittlung des kathodischen Schutzstrombedarfes.

2.17 Elektrische Trennung *)

Eine elektrische Trennung liegt vor, wenn Objekte nicht metall leitend verbunden sind.

2.18 Erder

Erder sind Leiter, die im Erdboden eingebettet sind und mit ihm in leitender Verbindung stehen.

2.19 Fehlstelle in der Umhüllung *)

Mit Fehlstelle in der Umhüllung wird eine Beschädigung oder durchgehende Pore in der elektrisch isolierenden Umhüllung oder Beschichtung eines metallischen Objektes bezeichnet.

2.20 Freies Korrosionspotential *)

Als Freies Korrosionspotential bezeichnet man das Potential eines Objektes ohne Einwirken äußerer elektrischer Ströme.

2.21 Fremdkathode *)

Fremdkathode ist eine fremde Installation in einer Elektrolytlösung (Erdboden), die ein positiveres Freies Korrosionspotential als das betrachtete Objekt (Beispiel: Stahl in Beton) hat und mit diesem ein Korrosionselement bilden kann.

2.22 Fremdkontakt

Fremdkontakt ist die unbeabsichtigte metallene Berührung zwischen Objekt und einer fremden Anlage.

2.23 Fremdstromschutzanlage *)

Fremdstromschutzanlage ist die Gesamtheit der für den kathodischen Korrosionsschutz durch Fremdstrom erforderlichen Einrichtungen (Schutzstromgerät, Fremdstromanoden, Kabel).

2.24 Fremdstromanode *)

Eine Fremdstromanode ist die Anode einer Fremdstromschutzanlage.

2.25 Funkenstrecke

Siehe Trennfunkstrecke.

2.26 Galvanische Anode *)

Eine galvanische Anode ist eine Anode aus einem unedleren Metall mit negativerem Potential als das des zu schützenden Objektes.

2.27 Galvanische Verbindung

Galvanische Verbindung ist eine metall leitende Verbindung.

2.28 Geerdete Anlage

Eine geerdete Anlage im Sinne dieser Norm ist eine Anlage mit Erderwirkung.

Anmerkung: Hierzu gibt es folgende Ursachen: Fehlstellen in der Umhüllung, metall leitende Verbindung mit Fremdoobjekten mit niedrigem Erdungswiderstand oder Erdern.

2.29 Gleichrichter

Gleichrichter ist ein Gerät zur Erzeugung einer Gleichspannung, das als Schutzstromgerät eingesetzt wird.

2.30 Gleichstromanlage

Gleichstromanlagen sind alle mit Gleichstrom betriebenen Anlagen.

Anmerkung: Wenn sie betriebsmäßig an mehreren Stellen geerdet sind, erzeugen sie Streuströme, die an eigenen oder anderen unterirdischen Anlagen Korrosionsschäden verursachen können.

2.31 Hochspannungsbeeinflussung

Unter Hochspannungsbeeinflussung versteht man das Auftreten von Wechselspannungen zwischen Objekt und Erde durch ohmsche, induktive oder kapazitive Wirkung von Hochspannungsanlagen.

2.32 Isolierstück

Ein Isolierstück ist ein Bauelement zur Unterbrechung der metallenen Leitfähigkeit einer Rohrleitung.

2.33 Kathodischer Korrosionsschutz *)

Der kathodische Korrosionsschutz ist ein Schutzverfahren zur Verhinderung von Korrosionsschäden, bei dem das Schutzobjekt zur Kathode gemacht wird.

2.34 Kathodische Korrosionsschutzanlage

Kathodische Korrosionsschutzanlage ist ein Sammelbegriff für Anlagen mit galvanischen Anoden, Fremdstromanlagen, Streustromableitungen und Streustromabsaugungen.

2.35 Korrosionselement *)

Ein Korrosionselement ist ein galvanisches Element, das bei der Korrosion eines metallenen Werkstoffes in einer Elektrolytlösung (Erdboden) wirksam ist und zu einer örtlichen Korrosion führt. Anodische und kathodische Bereiche eines Korrosionselementes werden durch unterschiedliche Art bzw. Zustände der Metalle bzw. unterschiedliche Zusammensetzungen der sie umgebenden Elektrolytlösung gebildet.

2.36 Korrosionsschaden *)

Korrosionsschaden ist eine Beeinträchtigung der Funktion eines metallischen Bauteiles durch Korrosion.

2.37 Kupfer/Kupfersulfat-Elektrode

Eine Kupfer/Kupfersulfat-Elektrode ist eine Bezugselektrode, die aus Kupfer in gesättigter Kupfersulfatlösung besteht. Die Kupfersulfat-Elektrode ist die gebräuchlichste Bezugselektrode für die Potentialmessung im Erdboden.



2.38 Meßstelle/Meßpunkt

Meßstelle ist ein metall leitender Anschluß (Kabel) am Meßobjekt.

Meßpunkt ist der Ort, an dem sich die Bezugselektrode in einer Elektrolytlösung (Erdboden) befindet.

2.39 Metallene Leitfähigkeit *)

Eine metallene Leitfähigkeit ist die auf frei bewegliche Elektronen in Metallen zurückzuführende elektrische Leitfähigkeit.

2.40 Metallenleitende Verbindung *)

Die metallenleitende Verbindung im Sinne dieser Norm ist eine niederohmige, elektrisch leitende Verbindung durch Elektronenleitung.

2.41 Objektpotential

Mit Objektpotential bezeichnet man die Gleichspannung zwischen einem metallischen Objekt und der Elektrolytlösung (Erdboden), die mit Hilfe einer Bezugselektrode hochohmig gemessen wird. Das Vorzeichen des Meßwertes wird auf die Polarität des Objektes bezogen.

2.42 Polarisation *)

Unter Polarisation versteht man die Abweichung vom Freien Korrosionspotential durch Einwirkung eines äußeren Stromes.

2.43 Potentialabsenkung (-anhebung)

Potentialabsenkung (-anhebung) ist eine Verschiebung des Potentials in negativer (positiver) Richtung.

2.44 Schutzpotential-Bereich, Schutzpotential *)

Der Schutzpotential-Bereich wird durch kritische Potentiale begrenzt, zum positiven Potential hin durch das Schutzpotential U_s und bei einigen Systemen zu negativen Potentialen durch ein Grenzpotential U'_s .

2.45 Schutzstrombedarf

Schutzstrombedarf ist der Mindestwert des Schutzstromes, der zum Erreichen des Schutzpotentials erforderlich ist.

2.46 Schutzstromdichte (mittlere)

Die mittlere Schutzstromdichte ist der Quotient aus dem Schutzstrom und der von der Elektrolytlösung (Erdboden) umgebenen Oberfläche des Objektes.

2.47 Schutzstromgerät

Ein Schutzstromgerät ist ein Gerät zur Erzeugung des für den kathodischen Korrosionsschutz erforderlichen Schutzstromes.

2.48 Silber/Silberchlorid-Elektrode

Die Silber/Silberchlorid-Elektrode ist eine Bezugselektrode, die aus Silber mit einem festen Silberchloridüberzug besteht und die direkt oder über eine Elektrolytbrücke in das Medium eintaucht. Die unterschiedlichen Potentiale sind zu beachten. Die Silber/Silberchlorid-Elektrode ist die in Salzwasser gebräuchliche Bezugselektrode.

2.49 Spannungsfall

Spannungsfall (Spannungsabfall) ist die Potentialdifferenz zwischen zwei Punkten eines elektrischen Leiters (z. B. Rohrleitung, Erdboden) der durch einen Stromfluß verursacht wird.

2.50 Spannungstrichter

Ein Spannungstrichter ist der Bereich des Erdbodens in der Nähe einer stromdurchflossenen Elektrode (z. B. Objekt, Erder), in dem durch das Fließen des Stromes ein meßbarer Spannungsabfall (mindestens einige mV/m) auftritt.

2.51 Spezifischer Bodenwiderstand

Spezifischer Bodenwiderstand (Erdwiderstand) ist der spezifische elektrische Widerstand des Erdbodens unter der Annahme, daß der Erdboden sich wie eine homogene Elektrolytlösung verhält.

2.52 Spezifischer Umhüllungswiderstand

Der spezifische Umhüllungswiderstand ist das Produkt aus Umhüllungswiderstand und Fläche.

2.53 Streustrom *)

Streustrom ist der unbeabsichtigt aus stromführenden Leitern elektrischer Anlagen in die Elektrolytlösung (Erdboden) übertretende Strom.

2.54 Sulfatreduzierende Bakterien

Sulfatreduzierende Bakterien sind anaerobe Bakterien, deren Reaktionsprodukte auf Metalle korrosiv wirken können.

2.55 Trennfunkentrecke

Eine Trennfunkentrecke ist ein elektrisches Trennstück, das bei Erreichen seiner Ansprechstoßspannung elektrisch leitend wird.

2.56 Umhüllung

Umhüllung ist eine elektrisch isolierende Beschichtung auf einer Metalloberfläche zum passiven Schutz gegen Außenkorrosion.

2.57 Umhüllungswiderstand *)

Umhüllungswiderstand ist der elektrische Widerstand zwischen einem umhüllten metallischen Objekt und der Elektrolytlösung (Erdboden).

Anmerkung: Der Umhüllungswiderstand wird im wesentlichen durch die Anzahl und Größe der Fehlstellen in der isolierenden Umhüllung bestimmt und ist daher ein Maß für die Güte der Umhüllung.

2.58 Umschaltpotential *)

Das Umschaltpotential ist das Einschaltpotential des Schutzobjektes, das unmittelbar nach dem Umschalten des kathodischen Schutzstromes auf einen anderen Stromwert gemessen wird.

2.59 Wenner-Verfahren

Das Wenner-Verfahren ist ein Meßverfahren zur Ermittlung des scheinbaren spezifischen elektrischen Bodenwiderstandes mit Hilfe von vier Elektroden, die auf einer Geraden in gleichen Abständen voneinander angeordnet sind.

3 Prinzip und Kriterien für den kathodischen Korrosionsschutz

3.1 Potentialbereiche für den kathodischen Korrosionsschutz und Schutzpotential

Die Korrosionsgeschwindigkeit eines metallischen Werkstoffes in einer Elektrolytlösung (Erdboden) ist vom Potential U des Werkstoffes abhängig. Im allgemeinen nimmt die Korrosionsgeschwindigkeit mit einer Verschiebung des Potentials zu negativeren Werten ab. Der Grenzwert des Potentials, bei dem die Korrosionsgeschwindigkeit technisch vernachlässigbar wird, so daß keine Korrosionsschäden auftreten können, heißt Schutzpotential U_s . Das Kriterium für den kathodischen Korrosionsschutz lautet damit:

$$U \leq U_s. \quad (1)$$

Da bei sehr negativen Potentialen bei einigen Werkstoffen Korrosionsschäden auftreten können, muß der Potentialbereich durch ein Grenzpotential U'_s begrenzt werden.

In diesem Fall lautet das Kriterium:

$$U'_s \leq U \leq U_s. \quad (2)$$

Die Schutzpotentiale der gebräuchlichsten Werkstoffe im Erdboden sind in der Tabelle 1 zusammengestellt.

Anmerkung: Die Potentialkriterien (1) und (2) sind die sicherste Grundlage für die Anwendung des kathodischen Korrosionsschutzes. In einigen Fällen ist die Anwendbarkeit des Potentialkriteriums eingeschränkt, so daß andere Kriterien herangezogen werden müssen, vergleiche Abschnitt 4.1. In der Literatur (siehe Handbuch des kathodischen Korrosionsschutzes; Bezugsquelle Seite 11) werden noch weitere Kriterien beschrieben, die sich allein auf relative Potentialänderungen beziehen und aus Erfahrung abgeleitet wurden. Da ihre allgemein gültige Anwendbarkeit unsicher ist, bleiben sie in dieser Norm zugunsten des Potentialkriteriums unberücksichtigt.

Tabelle 1. Freie Korrosionspotentiale und Schutzpotentiale einiger Gebrauchsmetalle (unbeschichtet) im Erdboden und im Süß- und Salzwasser

(Alle Potentialangaben beziehen sich auf die Cu/CuSO₄-Bezugselektrode $U_{Cu/CuSO_4} = U_H - 0,32 \text{ V}$, weitere Schutzpotentiale siehe DIN 50 927)

Werkstoff bzw. System		Freies Korrosionspotential (ohne Elementbildung, Anhaltswert) in V	Schutzpotential U_s in V	Grenzpotential U'_s in V
Un- und niedrig- legierte Fe-Werkstoffe	< 40 °C	– 0,65 bis – 0,40	– 0,85	entfällt
	bei erhöhter Temperatur > 60 °C	– 0,80 bis – 0,50	– 0,95	entfällt *)
	in anaeroben Medien	– 0,80 bis – 0,65	– 0,95	entfällt
	in Sandböden > 500 Ωm	– 0,50 bis – 0,30	– 0,75	entfällt
nichtrostende Stähle mit mindestens 16 % Massenanteilen Cr für Erdboden und Süßwasser	< 40 °C	– 0,20 bis + 0,50	– 0,10	entfällt
	bei erhöhter Temperatur > 60 °C	– 0,20 bis + 0,50	– 0,30	entfällt
nichtrostende Stähle mit mindestens 16 % Massenanteilen Cr für Salzwasser		– 0,20 bis + 0,50	– 0,30	entfällt
Kupfer, Kupfer-Nickel-Legierungen		– 0,20 bis 0,00	– 0,20	entfällt
Blei		– 0,50 bis – 0,40	– 0,65	– 1,7
Aluminium	in Süßwasser	– 1,00 bis – 0,50	– 0,80	– 1,1
	in Salzwasser	– 1,00 bis – 0,50	– 0,90	– 1,1
Stahl in Beton		– 0,60 bis – 0,10	– 0,75	– 1,3
Verzinkter Stahl		– 1,10 bis – 0,90	– 1,20	entfällt
*) Gefahr einer NaOH-induzierten Spannungsrißkorrosion beachten!				